

Stratégie nationale de recherche

FRANCE EUROPE 2020

enseignement supérieur

www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE



Avant-propos

Prévue par la loi pour l'enseignement supérieur et la recherche du 22 juillet 2013, la stratégie nationale de recherche (SNR) répond aux demandes exprimées lors des Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche. L'objectif d'une telle stratégie, à l'instar des démarches engagées par la plupart de nos partenaires internationaux, est d'assurer notre place parmi les premières puissances de recherche mondiale et de mobiliser les énergies sur les défis scientifiques, technologiques, environnementaux et sociétaux du XXI[e] siècle.

La SNR a bénéficié des contributions de la communauté scientifique et universitaire, largement consultée, des cinq alliances nationales de recherche et du CNRS, des partenaires sociaux et économiques, des pôles de compétitivité, des représentants du monde associatif, des administrations, agences publiques et collectivités territoriales concernées et de la société civile grâce à une consultation publique.

L'avancement des travaux de concertation et les priorités qui s'en sont dégagées ont été présentés, étape par étape, au Conseil stratégique de la recherche installé par le Premier ministre en décembre 2013. Composé de 26 personnalités de haut niveau issues du monde scientifique et socio-économique, ce conseil scientifique placé auprès du gouvernement a salué l'important travail mené par l'ensemble des contributeurs. Il a apporté des éléments de réflexion complémentaires ou alternatifs sur certaines propositions, et proposé au gouvernement des éléments d'évaluation d'impacts de la SNR.

La présente stratégie nationale de recherche « France Europe 2020 » est le résultat de ces travaux et de la prise en compte des recommandations du Conseil stratégique de la recherche. Elle fixe les orientations prioritaires de recherche de notre pays pour répondre à dix défis sociétaux, identifiés en cohérence avec le nouveau programme de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation Horizon 2020, et définit des programmes d'actions sur cinq enjeux thématiques nécessitant des actions coordonnées allant au-delà des orientations prioritaires de recherche. L'association de l'ensemble des ministères assure l'articulation de la SNR avec les différentes stratégies nationales ayant un impact sur les grandes orientations de la recherche scientifique (stratégies nationale de santé, de recherche énergétique, de développement durable) et sur notre développement industriel (plans de la nouvelle France industrielle et concours mondial d'innovation).

La loi prévoit un bilan et une révision de la stratégie nationale de recherche tous les cinq ans.

Najat VALLAUD-BELKACEM,
MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Geneviève FIORASO,
SECRÉTAIRE D'ÉTAT CHARGÉE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE



10 DÉFIS SOCIÉTAUX POUR LE XXIe SIÈCLE

Dans le cadre du programme européen Horizon 2020, la politique globale de recherche et d'innovation comporte trois volets :

- l'encouragement de l'excellence scientifique
- l'appui au développement des innovations industrielles
- la réponse aux défis sociétaux

Partout dans le monde, les politiques, les organisations et les pratiques de recherche s'intéressent à cette diversité d'objectifs complémentaires : le progrès de la connaissance, la réponse aux enjeux sociétaux et environnementaux et l'appui au développement économique.

L'enjeu de la stratégie nationale de recherche est de répondre au défi permanent de la connaissance et aux défis socio-économiques inédits de notre siècle : dérèglement climatique, renouveau industriel, révolution numérique, vivre ensemble, sécurité alimentaire dans un monde à 9 milliards d'habitants... Dix défis, identifiés en cohérence avec le programme européen Horizon 2020, ont ainsi fait l'objet d'un travail associant la communauté scientifique, les partenaires socio-économiques, les pouvoirs publics, afin de préciser des orientations prioritaires de recherche permettant d'y répondre.

Selon les dispositions de la loi du 22 juillet 2013, ces orientations prioritaires ont vocation à être prises en compte dans la programmation de l'Agence nationale de la recherche et dans les contrats pluriannuels conclus avec les organismes de recherche et les établissements d'enseignement supérieur.



Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique

Dans le contexte de dérèglement climatique et de dégradation, voire parfois d'épuisement des ressources naturelles, la gestion sobre des ressources concerne toutes les ressources utilisées ou plus généralement impactées par l'homme pour son alimentation, son énergie et son activité industrielle : les organismes vivants (micro-organismes, végétaux et animaux formant la biodiversité et la biomasse), les eaux de surface et souterraines, les sols, l'air mais aussi les substances minérales ou organiques (matières premières, ressources énergétiques…). La gestion sobre et durable de ces ressources nécessite de comprendre les mécanismes qui régissent leur formation, leur fonctionnement et leur évolution, et de mieux prendre en compte les impacts potentiels de l'exploitation d'une ressource sur les autres. La maîtrise du risque climatique nécessite par ailleurs de développer une double approche de surveillance et de modélisation de notre climat, afin d'améliorer les outils de prévision et de projection à long terme, pour évaluer les impacts potentiels du changement climatique et construire des stratégies d'adaptation des sociétés et des économies aux changements locaux et globaux.

Ce défi se place dans un contexte fortement structuré à l'échelle mondiale par des réseaux de recherche et d'expertise bien établis. La France dispose dans ce domaine de compétences scientifiques reconnues (4e rang mondial en nombre de publications en sciences de l'atmosphère et 5e pour les sciences de la Terre), d'une structuration nationale avec l'alliance de recherche Allenvi, et participe aux grandes initiatives internationales (GIEC[1], IPBES[2], GBIF[3]) et européennes (programmations conjointes sur l'eau, les océans, le climat et le changement climatique). Notre pays dispose également d'atouts pour se positionner sur le marché stratégique des services climatiques et environnementaux, avec notamment un avantage compétitif dans le domaine du spatial.

1 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
2 Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and ecosystem Services.
3 Global Biodiversity information Facility.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 1 / Suivi intelligent du système terre

Le suivi du système terre devra s'intensifier avec la mise en œuvre de dispositifs innovants et pérennes (infrastructures, capteurs, modèles, grandes masses de données) pour mieux connaître son fonctionnement et être en mesure de développer des services pour le monde économique et les politiques publiques (notamment informations climatiques et données environnementales en temps réel). Les nouveaux dispositifs d'observation et d'expérimentation seront intégrés dans des réseaux européens et/ou internationaux. Ils seront déployés au sol ou bien embarqués sur les flottes océanographique et aérienne, les infrastructures satellitaires, voire sur de nouvelles flottes à développer (drones…).

ORIENTATION 2 / Gestion durable des ressources naturelles

L'étude des ressources naturelles doit dépasser la vision en silo et disciplinaire des écosystèmes, de la biodiversité, de l'eau, des sols, des ressources du sous-sol, et des territoires, pour développer une vision plus globale. La recherche doit être renforcée sur l'analyse coût-bénéfice de l'exploitation des ressources, intégrant les effets sur l'activité économique et l'emploi, comme les effets sur la santé, l'environnement et la biodiversité. Elle doit viser un inventaire national actualisé des ressources « critiques », minérales et énergétiques, avec une vision de leur disponibilité, de leurs usages et des éventuels conflits d'usage.

ORIENTATION 3 / Évaluation et maîtrise du risque climatique et environnemental

Le dérèglement climatique associé à la densification de l'occupation des sols et l'augmentation des populations rend la prévision des aléas climatiques et environnementaux insuffisante pour évaluer et maîtriser les risques : il faut renforcer notre compréhension de l'impact de ces aléas, par des recherches intégrant le couplage des risques naturels, technologiques et industriels. Il s'agira de documenter les zones à risques et d'évaluer les impacts d'un événement hydro-climatique ou toxicologique dangereux, de développer les services de prévision pré-opérationnels et de valider de nouveaux tests toxicologiques et écotoxicologiques. Il sera également nécessaire d'étudier l'adaptabilité des écosystèmes et d'analyser l'impact économique de leur dégradation.

ORIENTATION 4 / Éco et biotechnologies pour accompagner la transition écologique

La recherche sur les éco et biotechnologies devra être encouragée afin de contribuer au développement d'industries à faible impact environnemental (faible utilisation des ressources, meilleure efficacité, technologies curatives). En particulier, l'analyse de cycle de vie constituera un socle méthodologique à affiner pour l'adapter aux questions particulières des écosystèmes et de leur gestion.

ORIENTATION 5 / Le « laboratoire » littoral

Le littoral fournit un laboratoire naturel où se concentrent de nombreux risques d'origine naturelle ou anthropique, avec des enjeux liés aux ressources du sous-sol, aux ressources primaires biologiques, à l'énergie et au transport, au développement de l'urbanisme, à l'aménagement du territoire et au tourisme, à la préservation du patrimoine naturel et culturel. Il s'agira en particulier de soutenir la collecte d'informations et la construction d'outils de modélisation et de scénarisation sur le continuum terre-mer permettant de mener des recherches sur l'interaction de ces différents risques.



Une énergie propre, sûre et efficace

Face à l'accroissement des besoins énergétiques au niveau mondial et aux contraintes fortes imposées par la lutte contre le dérèglement climatique, il est impératif de penser un modèle énergétique fondé sur une plus grande sobriété, une meilleure efficacité et l'utilisation croissante des énergies renouvelables. Ce modèle nécessitera de faire évoluer le système actuel, fondé sur les grands réseaux, vers un système plus décentralisé et assurant une meilleure valorisation des sources locales. Les trajectoires de transition reposent sur une combinaison complexe de changements de comportements, d'évolution des concepts scientifiques fondamentaux et d'innovation technologiques. Elles supposent une transformation progressive, en raison de l'importance des investissements requis, conciliant le soutien à la compétitivité des filières existantes et l'émergence de nouvelles filières.

Ce défi et ses orientations forment le socle de la nouvelle stratégie nationale de recherche dans le domaine de l'énergie (SNRE), prévue par la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte.

La France dispose dans le domaine de l'énergie d'un tissu académique, d'organismes de recherche et d'innovation ainsi que de structures de formation, au meilleur niveau mondial. Le secteur de la recherche et développement est déjà bien structuré avec une alliance nationale de recherche, Ancre, et au niveau territorial, cinq pôles de compétitivité dédiés, ayant su tisser des liens forts avec les grands acteurs industriels internationaux du secteur de l'énergie mais aussi avec des PME et ETI.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 6 / Gestion dynamique des systèmes énergétiques

Les sources d'énergie renouvelable de plus en plus nombreuses, diversifiées et localisées, nécessitent une recherche sur les moyens d'intégration efficace et dynamique de ces énergies dans les réseaux de distribution, grâce à des solutions techniques combinant de façon optimale les sources d'énergie « bas carbone », souvent irrégulières, avec des sources d'électricité programmables. Cela suppose de développer différents vecteurs énergétiques, les technologies de stockage et de conversion, ainsi que des réseaux d'énergie intelligents et sûrs permettant de distribuer l'électricité au niveau local, comme de la transporter via les grands réseaux européens.

ORIENTATION 7 / Gouvernance multi-échelles des nouveaux systèmes énergétiques

Il s'agira de s'interroger sur les besoins d'évolution des politiques locales, territoriales, nationales et européennes, sur l'évolution de la régulation des marchés, pour concevoir une gouvernance efficace et équitable prenant en compte un nombre croissant de petits producteurs. Pour cela, il sera nécessaire de travailler à l'optimisation des interfaces entre les différentes échelles, du local au global. Les modes de gouvernance prendront en compte la gestion des énergies au niveau du territoire et leur articulation avec le national, ils devront inclure les coûts des systèmes énergétiques et anticiper les impacts sur les entreprises et les particuliers.

ORIENTATION 8 / Efficacité énergétique

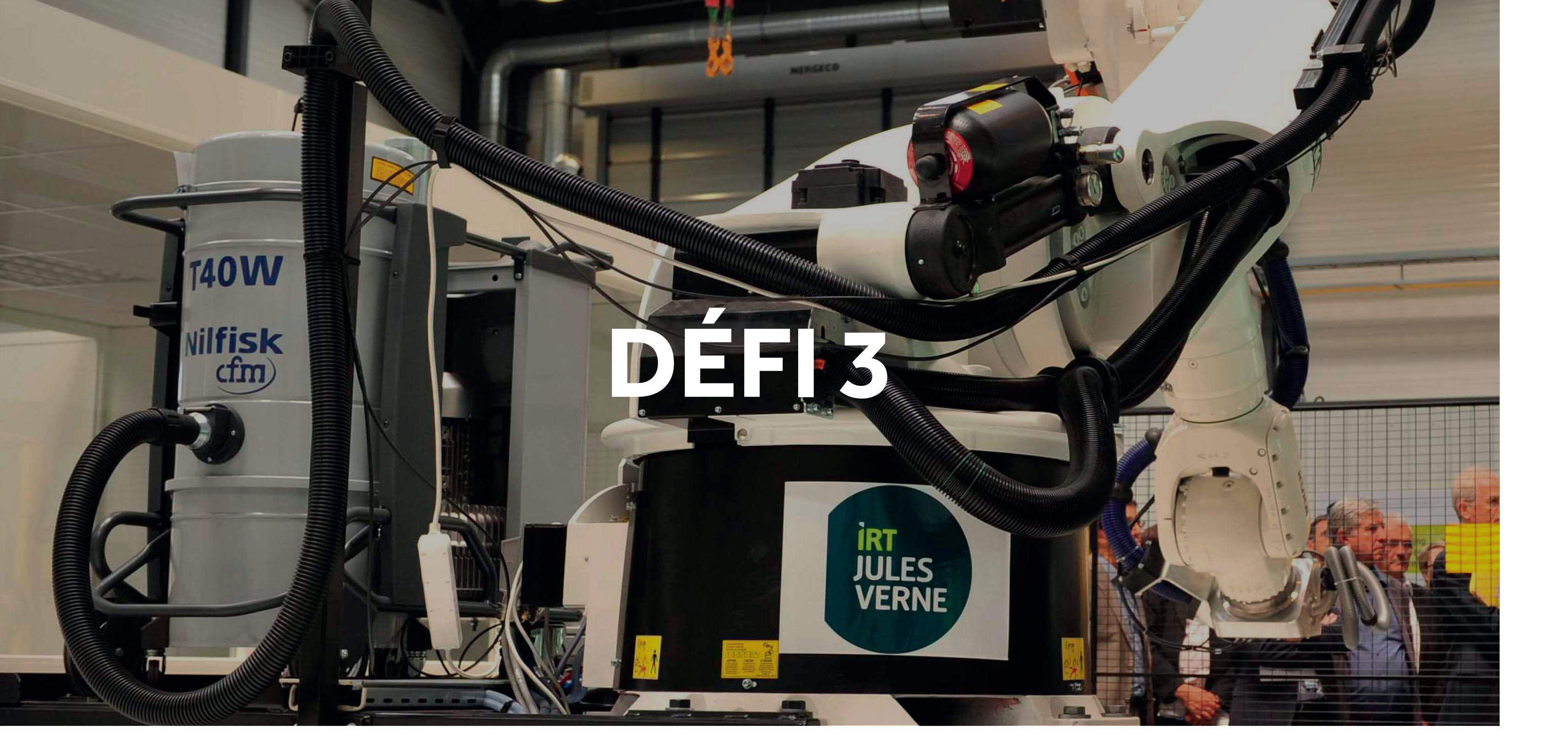
Les efforts de recherche et d'innovation doivent être poursuivis pour limiter les besoins énergétiques dans les secteurs du bâtiment, des transports et des systèmes productifs. Pour être efficaces, les solutions développées devront combiner différentes technologies innovantes (nouveaux isolants, récupération de chaleur, optimisation des moteurs, compteurs intelligents…), une évolution des comportements d'acteurs, des logiques collectives et des dispositifs d'incitation et de diffusion.

ORIENTATION 9 / Réduction de la dépendance en matériaux stratégiques

Réduire le besoin et l'usage des matériaux stratégiques pour les systèmes énergétiques passe par la mise en place d'une réflexion sur la chaîne allant de leur extraction à leur recyclage en passant par leur utilisation. Il faudra regrouper les compétences sur ces trois volets afin de soutenir l'émergence d'une filière durable (méthodes de production et de recyclage innovantes et propres). Cela supposera notamment d'étudier les comportements de ces matériaux sous sollicitations multiples, de trouver des matériaux de substitution, d'optimiser les rendements et les durées de vie.

ORIENTATION 10 / Substituts au carbone fossile pour l'énergie et la chimie

La production de biocarburants et les applications issues de la chimie biosourcée n'en sont qu'à leur début. Pour que ces filières de substitution soient durables, il faudra rompre avec des raisonnements de spécialité et penser le procédé chimique ou le biocarburant à la lumière des applications concurrentes, de l'échelle (locale ou non) à laquelle la ressource et le produit sont mobilisés et utilisés, de ses conditions d'obtention, des possibilités de recyclage du produit, de l'existence d'autres matériaux de substitution.



Le renouveau industriel

La France a connu, depuis les trente dernières années et singulièrement depuis la dernière décennie, un processus de désindustrialisation plus accentué que d'autres pays de l'OCDE. La part de l'industrie manufacturière dans la production est désormais de l'ordre de 10 % du PIB, derrière le Royaume-Uni et l'Allemagne (22 %). La destruction en France d'environ un million d'emplois industriels en 15 ans résulte en particulier d'une compétitivité hors-coût insuffisante pour nous différencier de pays à plus bas coût de production, en particulier des pays émergents. Notre renouveau industriel, essentiel pour la croissance et la création d'emplois durables, dépendra donc fortement de notre capacité d'innovation pour monter en gamme nos produits et services, et créer de nouveaux secteurs d'activités.

Outre l'effort de R&D spécifique à chacune des filières industrielles, le renouveau industriel repose sur un socle de technologies diffusantes à l'ensemble de l'industrie, ainsi que sur des innovations dans les modes de conception et de production.

Le rapport Gallois sur la compétitivité française, remis au gouvernement en novembre 2012, rappelle que le niveau de notre recherche fait partie des atouts de la France. Notre pays dispose en particulier d'une recherche de grande qualité dans les disciplines qui fondent les sciences de l'ingénieur (mathématiques, physique…), de formations et d'un savoir-faire technologique de haut niveau dans les domaines de la chimie, la physico-chimie des matériaux et l'ingénierie, ainsi que de dispositifs de soutien à la recherche collaborative (pôles de compétitivité, IRT, PRTT…) et à la recherche contractuelle (dispositif Carnot).

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 11 / Usine numérique

L'utilisation des outils numériques dans l'industrie a été génératrice de gains d'efficacité majeurs, que ce soit en ingénierie de la conception, pour le pilotage des dispositifs de production, ou grâce à un partage plus fluide de l'information. Il s'agira de poursuivre cette dynamique par des recherches sur l'usage du numérique pour améliorer l'efficacité de l'ensemble des fonctions de l'usine et de ses interactions avec les partenaires extérieurs, dont potentiellement les clients finaux. Ces efforts de recherche devront s'intégrer dans une vision globale du processus de production, pour assurer une chaîne cohérente et collaborative de la conception au produit fini.

ORIENTATION 12 / Usine verte et citoyenne

Dans un monde de ressources rares et de plus en plus chères (énergie, matière première, eau, air, sol…), l'usine du futur devra être économe et responsable. La recherche visera à concevoir des systèmes industriels intégrés de gestion de l'énergie, des matières premières et des risques. Ces systèmes s'inscriront dans une logique d'économie circulaire et d'éco-conception, en prévoyant l'économie des matières premières, le recyclage des rejets d'un procédé en vue d'un autre usage, et les matières de remplacement pour les ressources non durables.

ORIENTATION 13 / Procédés de fabrication flexibles, centrés sur l'homme

Il s'agira d'inventer et de déployer à grande échelle des modes de fabrication flexibles, capables de s'adapter aux besoins des clients, ainsi que des systèmes de contrôle des dispositifs de production simples et ergonomiques (coopération homme-machine, cobotique industrielle). Ce nouveau domaine nécessite de faire collaborer les chercheurs en sciences de l'ingénieur et les chercheurs en sciences humaines et sociales sur l'organisation des systèmes de production et l'ergonomie.

ORIENTATION 14 / Conception de nouveaux matériaux

Les produits du futur seront de plus en plus complexes, associant différents matériaux permettant de combiner chaque avantage spécifique dans le produit final (légèreté, conductibilité, résistance, dureté…). À la diversité croissante des composants de base s'ajoutent des combinaisons de plus en plus variées. Les procédés de mise en forme et de mise en œuvre de ces multi-matériaux (technologies d'assemblage, fabrication additive, poudres, traitements de surfaces…) représentent donc un enjeu majeur. Il conviendra également de caractériser ces nouveaux matériaux, de les valider et d'évaluer leur vieillissement et leur tolérance aux dommages.

ORIENTATION 15 / Capteurs et instrumentation

Il n'y a pas de machine ni de produit intelligent sans mesure physique fine, fiable et à coût économique acceptable. Cette orientation visera à soutenir le secteur de l'instrumentation et de la métrologie, très en pointe en France, pour répondre aux nouveaux besoins d'innovation de l'industrie. Les recherches consisteront principalement à concevoir et produire des micros capteurs, à les intégrer dans les matériaux et les procédés, ainsi qu'à imaginer et développer des systèmes de collecte et de traitement haute performance des données recueillies.



Santé et bien-être

Le défi « santé et bien-être » concerne un large champ d'activités scientifiques. La biologie et la physiologie concernent les mécanismes du vivant à différents niveaux : moléculaire, cellulaire, tissulaire, systémique et organique. L'intégration de ces différents niveaux, de la molécule aux populations, est nécessaire et crée des frontières avec les sciences de la matière, de l'environnement et les sciences humaines. La médecine décrit les maladies et les handicaps, propose des classifications nosologiques, et accède à une compréhension des désordres biologiques et fonctionnels afin de les prévenir et de les corriger. La pharmacie, les biothérapies, les technologies pour la santé, et les interventions de santé publique conçoivent et évaluent des actions préventives, thérapeutiques ou compensatoires. Les déterminants environnementaux, sociaux et économiques des maladies et leurs retentissements sur la personne et la société, sont enfin appréhendés par l'épidémiologie et les sciences humaines et sociales, notamment l'économie de la santé.

La recherche en santé est naturellement un enjeu majeur de politique publique, et un vecteur déterminant de développement économique (industrie pharmaceutique, biotechnologies pour la santé…). Les connaissances nouvelles en biologie ont un impact fort dans plusieurs domaines sociétaux, dont la santé bien-sûr, mais aussi l'agriculture, l'économie ou l'éducation. La formalisation du vivant et le développement d'outils nouveaux conceptuels ou méthodologiques pour l'analyse du vivant favoriseront l'ensemble des applications thérapeutiques et industrielles.

La France est au 5e rang mondial pour la recherche biologique fondamentale, s'appuyant sur une forte tradition dans ce domaine, sur un système universitaire reconnu et des organismes de recherche qui, en liaison avec les universités et certaines grandes écoles, ont soutenu des travaux dans toutes les disciplines biologiques. Le champ de la santé et du bien-être représente plus du tiers de l'ensemble des publications scientifiques françaises et concerne principalement trois alliances (Aviesan, Allenvi et Athena).

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 16 / Analyse multi-échelle de la diversité et des évolutions du vivant

Il s'agit d'identifier, de quantifier et de formaliser les propriétés de l'ensemble du vivant à différentes échelles (de la molécule aux populations) en faisant appel aux mathématiques, à la physique, la chimie, l'informatique et aux sciences humaines et sociales. L'enjeu est d'étudier les fonctions biologiques élémentaires et les différents niveaux d'intégration de ces fonctions au sein des systèmes biologiques. Ces études s'appuyant sur la diversité des modèles expérimentaux bénéficieront, en particulier, au développement de la biologie de synthèse et de la biologie des systèmes et contribueront à ouvrir des voies originales dans les domaines industriel, environnemental et médical.

ORIENTATION 17 / Traitement et collecte des données biologiques

Le traitement de grandes masses de données est devenu essentiel à la recherche en biologie et en médecine, une recherche qui repose sur une approche de plus en plus intégrée et systémique. Il s'agira donc de favoriser le développement de plateformes pour la collecte de données biologiques et d'imagerie, la constitution de cohortes de patients et l'ouverture des bases de données administratives à la recherche. Un effort particulier sera porté sur les processus d'innovation technologique et médicale qui permettent la collecte de données : développement de l'instrumentation pour le diagnostic, dispositifs et capteurs pour l'autosurveillance, recueil de données sociologiques…

ORIENTATION 18 / Réseau national de centres d'excellence pour la recherche et le soin

La mission première de ce réseau sera d'augmenter la qualité et l'attractivité de la recherche clinique, le nombre d'essais réalisés en France, grâce à une meilleure coordination entre les centres, en relation avec les partenaires industriels, et dans un contexte réglementaire simplifié mieux adapté aux évolutions méthodologiques et plus favorable à l'innovation.



Sécurité alimentaire et défi démographique

La sécurité alimentaire consiste à assurer pour la population mondiale une alimentation saine, nutritive et en quantité suffisante dans un contexte de réduction de l'empreinte écologique des productions agricoles et halieutiques. La sécurité alimentaire est menacée à terme par l'impact conjugué du changement climatique, de l'augmentation de la population mondiale, estimée à 9 milliards d'individus en 2050, et de l'évolution des pratiques alimentaires. Ces trois facteurs exercent des pressions de plus en plus importantes sur les systèmes productifs : émissions de gaz à effet de serre, dommages pour les sols et les eaux souterraines, épuisement de la ressource, concurrence pour les usages. Ils ont des répercussions possibles sur la santé.

Concevoir des systèmes alimentaires sains, nutritifs et durables, implique de mobiliser les recherches sur l'alimentation, les systèmes productifs et la bioéconomie en faisant appel à de nombreuses disciplines, de la biologie aux sciences humaines et sociales, en passant par la chimie et la physique pour les procédés de transformation de la biomasse. Les approches scientifiques doivent atteindre une maturité technologique suffisante pour aller jusqu'à l'échelle industrielle.

La France, dont l'agriculture est une des premières d'Europe, doit s'appuyer sur une recherche bénéficiant d'une importante notoriété scientifique, largement intégrée au sein des réseaux européens et mondiaux (initiatives européennes de programmation conjointes sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et le changement climatique, Wheat initiative…) et, via l'INRA, au projet d'agro-écologie porté par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt. La recherche collaborative est également développée à travers une dizaine de pôles de compétitivité et de nombreux partenariats public-privé.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 19 / Alimentation saine et durable

Le socle de nos connaissances fondamentales sur l'alimentation humaine devra être révisé à la lumière de l'étude du microbiote humain participant à la digestion. Les connaissances sur la manière dont ces microbes décomposent les aliments en molécules assimilables par l'organisme vont en effet changer notre regard sur les liens entre régimes alimentaires et santé des populations. Il conviendra pour cela de poursuivre les recherches visant à mieux connaître ces populations de microbes, et de développer les nouvelles technologies (métagénomique, métabolomique) pour explorer leurs fonctions et, de là, mesurer et suivre l'état nutritionnel de l'être humain. S'agissant de la durabilité de la production de notre alimentation, les chaînes de transformation, stockage, et approvisionnement des aliments devront être ré-évaluées sous l'angle de leur consommation énergétique : les procédés de transformation et de stockage consommateurs d'énergie devront être améliorés et des procédés alternatifs recherchés.

ORIENTATION 20 / Approche intégrée des systèmes productifs

Industriels, laboratoires de recherche et groupes d'agriculteurs sont à l'origine de multiples innovations technologiques ou organisationnelles, mais ces approches sont très compartimentées par filières (animale, végétale, mécanique agricole). Il est nécessaire de développer une approche intégrée des systèmes productifs, grâce à l'évaluation de leur regroupement dans un système global instrumenté, permettant d'identifier les contraintes, les avantages et les risques de ces innovations, ainsi que leurs synergies possibles. Par ailleurs, l'agro-écologie reste largement à inventer : il est nécessaire de mieux comprendre et mesurer ce que les écosystèmes peuvent apporter aux systèmes de production et comment les utiliser sans les déséquilibrer. Ces études s'appuieront sur l'expérimentation, l'observation et les approches comparatives. La biologie prédictive sera aussi largement sollicitée et les travaux seront menés à l'échelle de l'individu, de la parcelle, du troupeau ou de l'exploitation agricole, mais également au niveau du territoire dans des approches systémiques. On s'attachera à concevoir les outils d'évaluation multicritères permettant d'apprécier les différentes composantes de la durabilité de ces systèmes et les coûts de transaction.

ORIENTATION 21 / De la production aux usages diversifiés de la biomasse

Optimiser l'usage total de la biomasse en fonction de ses diverses transformations possibles (aliments, matériaux, énergie), en évitant notamment la concurrence avec l'usage alimentaire, est un enjeu central pour le développement de la bioéconomie. Il est nécessaire pour cela de développer une vision intégrée s'appuyant sur les nouveaux outils de modélisation des systèmes complexes. Ces outils permettront de prendre en compte les jeux d'acteurs, le fonctionnement des écosystèmes, les échanges, et de prendre des options au plan politique. Les recherches s'attacheront également à réévaluer dans ce cadre les procédés technologiques et biologiques existants, notamment pour la transformation des aliments, à lever les verrous technologiques et scientifiques liés au bio-raffinage et, enfin, à développer les concepts, méthodes et outils de la biologie de synthèse.



Transports et systèmes urbains durables

Les villes et leurs infrastructures de transport sont des systèmes complexes, à la fois physiques, écologiques, techniques et sociétaux. Aussi la recherche de solutions équilibrées et durables doit-elle être pluridisciplinaire, impliquant non seulement les technologies, les nouvelles solutions et usages numériques, la sociologie et l'économie, mais également l'architecture, le design, l'étude des comportements… Cette recherche de solutions doit s'effectuer aussi bien à l'échelle des matériaux que des bâtiments, des quartiers, de la ville et de la région, mais également à différentes échelles de temps : quotidiennes, générationnelles ou séculaires. Pour cela, il faut être capable de modéliser les flux de matières, d'énergies, mais aussi de personnes et d'informations à l'intérieur et entre chacun de ces niveaux. La démarche doit également être multi-acteurs et impliquer les habitants et les aménageurs afin que les solutions proposées intègrent les innovations de manière optimale, qu'elles soient adaptées localement et qu'elles assurent la cohésion sociale. Ces solutions devront également prendre en compte la sécurité et la sûreté de l'ensemble du système et permettre la restauration efficace (résilience) du fonctionnement en cas de panne ou de dégradation involontaire ou malveillante.

La recherche française sur la ville durable est structurée notamment autour du pôle de compétitivité Advancity, de l'ITE Efficacity et du projet d'Institut de la ville durable. La filière rénovation urbaine et ville durable se met tout juste en place en France, mais bénéficie d' acteurs économiques reconnus au niveau mondial, notamment sur les technologies et les services de mobilité et la gestion de l'eau, et sur l'intégration des technologies numériques.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 22 / Observatoires de la ville

Pour compléter les bases de données existantes et les données des enquêtes et comparatifs internationaux, il s'agira de développer des observatoires pour fournir des informations sur le bâti, les systèmes et les flux urbains d'énergie, de matières et de personnes. Ces observatoires favoriseront des approches interdisciplinaires pour la mobilisation de tous les acteurs concernés autour de la réalisation de diagnostics, de modélisations et de scénarios prospectifs. Ils permettront également d'évaluer l'intégration urbaine dans le système régional et international, d'évaluer les politiques publiques et de tester les solutions inventées.

ORIENTATION 23 / Nouvelles conceptions de la mobilité

Il s'agira de concevoir de nouvelles manières de se déplacer combinant divers modes de mobilité et s'appuyant sur des innovations technologiques et organisationnelles. Cet objectif se décompose en deux axes de recherche. Le premier est celui de la conception de nouveaux véhicules innovants à empreinte environnementale réduite (mini-véhicules, aéronefs électriques, drones) et à usages multiples basés sur de nouveaux concepts d'automatisation, de délégation accrue, de connectivité et de gestion des trafics. Le second est celui de la production des ruptures technologiques ou organisationnelles pour répondre à la problématique du « dernier kilomètre » et changer le point de vue des acteurs impliqués dans la mise en place de systèmes partagés tels que le co-voiturage, l'auto-partage, ou l'interfaçage des transports.

ORIENTATION 24 / Outils et technologies au service de la ville durable

Il conviendra de développer pour les maîtres d'ouvrages de nouveaux instruments de mesure et outils numériques de conception permettant de réaliser des systèmes urbains à faible empreinte environnementale, non plus à l'échelle du bâtiment, mais à l'échelle d'un quartier. Par ailleurs, l'effort d'innovation devra être maintenu dans les technologies et outils permettant d'optimiser l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments : pompes à chaleur, systèmes de production de froid, nouveaux matériaux d'isolation, système d'évacuation des déchets ou contrôle de la qualité de l'air intérieur et de l'eau…

ORIENTATION 25 / Intégration et résilience des infrastructures et des réseaux urbains

Pour optimiser leur mise en place et leur usage, il est nécessaire de développer les concepts et outils permettant une vision intégrée des différents réseaux urbains (eau, gaz, électricité, télécommunications, transports) dès la phase de conception. Il s'agira également de développer des solutions d'adaptation et de résilience face aux risques d'aléas techniques, sociaux ou climatiques.



DÉFI 7

Société de l'information et de la communication

Les sciences et technologies du numérique se situent désormais au cœur d'enjeux économiques, sociaux et humains majeurs. Les circuits intégrés sont devenus omniprésents : au-delà des ordinateurs et téléphones mobiles, ils ont investi une large gamme d'appareils utilitaires, domestiques ou de loisir. La connectivité de l'ensemble de ces appareils à différents réseaux de télécommunication, et in fine à internet, est devenue la norme ou est en passe de le devenir. Les systèmes d'information sont aujourd'hui des éléments critiques pour le fonctionnement des entreprises, des institutions, et des grandes infrastructures publiques (transport, eau, énergie...), posant des questions de sécurité et de souveraineté. La maîtrise des technologies matérielles, logicielles et de réseaux, est par conséquent un enjeu plus stratégique que jamais, pour notre autonomie comme pour notre compétitivité. Pour l'exercice de la science, plusieurs technologies numériques sont par ailleurs devenues des enjeux majeurs : le traitement de grandes masses de données en biologie, physique, astrophysique, observation de la Terre ou SHS, le calcul intensif pour la simulation dans la plupart des disciplines, les technologies d'objet connecté pour l'observation scientifique...

Les avancées des sciences et technologies du numérique reposent sur les progrès en micro-nanoélectronique, en informatique, en mathématiques. Pour couvrir les différents champs de recherche et d'applications, leurs chercheurs doivent nouer des collaborations rapprochées avec toutes les disciplines et tous les secteurs d'activité.

La France dispose d'un réseau de recherche de grande qualité, regroupé au sein de l'alliance nationale de recherche Allistene, qui se situe au 5e rang mondial par sa production scientifique en 2012. L'ensemble des chercheurs peut par ailleurs s'appuyer sur une infrastructure numérique dense et fiable grâce à des opérateurs de réseau de communication et de calcul à hautes performances (Renater et Genci). La France bénéficie enfin d'un tissu industriel et de services de grande technicité, avec des groupes internationaux et plusieurs milliers de PME, notamment dans les systèmes embarqués, et des pôles de compétitivité de premier plan dans le numérique.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 26 / 5e génération des infrastructures réseaux

Au cœur des enjeux numériques du XXIe siècle, la levée des verrous scientifiques et techniques pour le développement de la 5e génération des infrastructures réseaux sera un challenge de premier ordre pour l'Europe. Au-delà de la mobilité, cette génération d'infrastructure numérique portera le déploiement à grande échelle de l'internet des objets, sera le socle numérique de la ville intelligente, de la route intelligente, des nouveaux systèmes d'énergie... Il s'agit d'un enjeu à la fois économique et de souveraineté.

ORIENTATION 27 / Objets connectés

La révolution des objets connectés nécessite des recherches au niveau matériel, par exemple en électronique très basse consommation ou en matière de protocoles de communication, et au niveau logiciel, notamment sur les logiciels embarqués et les architectures logicielles distribuées. La recherche sur les problématiques de protection des données devra également être développée pour garantir la confiance dans l'espace numérique.

ORIENTATION 28 / Exploitation des grandes masses de données

La recherche sera encouragée sur les moyens de collecte, de stockage et de traitement des grandes masses de données. Les enjeux principaux concernent la diversification des dispositifs et réseaux de collecte de données, le développement d'algorithmes adaptés à la fouille intelligente de très grandes masses de données non structurées, parfois délocalisées, et l'optimisation des moyens matériels de calcul nécessaires à ces algorithmes (architectures de calcul haute performance, avec une attention particulière à l'optimisation de la consommation énergétique).

ORIENTATION 29 / Collaboration homme-machine

Il s'agira de revoir l'interaction homme-machine à la lumière du comportement naturel humain et des progrès dans l'autonomie décisionnelle et opérationnelle des machines. Afin de développer une réelle collaboration entre l'homme et la machine, la recherche sur les processus d'auto-apprentissage entre homme et machine doit être amplifiée, la machine devant s'adapter aux aspects imprévisibles des comportements de l'opérateur, et développer une plus grande richesse d'interactions pour des automatismes « intelligents ».



Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives

Ce défi vise à identifier les ressorts de l'évolution de nos sociétés, qu'il s'agisse des processus d'innovation, des dynamiques d'intégration, ou plus généralement de l'adaptation aux évolutions mondiales et aux crises internationales. Les profondes transformations que connaissent nos sociétés, révolutionnées par le numérique ou la globalisation, bouleversent les repères et modifient la façon dont les individus s'organisent et interagissent avec leur environnement naturel, socioéconomique et socioculturel, ce qui nous interroge sur les évolutions à apporter en retour à nos institutions. Un intérêt particulier sera porté aux travaux permettant de comprendre les leviers sur lesquels agir pour permettre à notre société d'offrir le meilleur cadre d'intégration, lutter contre les inégalités et assurer son développement économique. Dans ce cadre, l'innovation est souvent perçue comme porteuse de risques, parfois réels, d'engendrer des inégalités. L'objectif est d'analyser les conditions d'un processus d'innovation efficace, dont les retombées doivent à terme bénéficier à l'ensemble des membres de la société dans une perspective de développement durable. L'enjeu est également d'analyser les évolutions sociales, éducatives et culturelles à fort potentiel d'adaptation et d'intégration, et de questionner le rapport complexe entre informations et décision au sein d'une société de l'information qui a démocratisé les savoirs et fait émerger de nouveaux modes d'interactions collectives.

La réalisation de ces objectifs implique une double approche, à la fois qualitative dans le travail d'analyse, et quantitative par l'acquisition et la mise à disposition de données en sciences humaines et sociales, notamment les données au croisement avec d'autres sciences comme les sciences du vivant et les sciences et techniques de l'information et de la communication.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 30 / Étude des cultures et des facteurs d'intégration

Dans le contexte de la globalisation, les pouvoirs publics et les entreprises ont un besoin vital de mieux connaître et comprendre la diversité des cultures, à la fois dans leur profondeur historique, leurs langues et religions, leurs structures sociétales et institutionnelles, dans la manière dont elles évoluent et interagissent. Entre autres enjeux, il est essentiel d'analyser les facteurs de cohésion sociale, de développement économique et de bien-être, en s'intéressant en particulier aux rôles et aux formes que prennent l'acceptation ou l'aversion au risque. Une importance particulière sera portée aux dispositifs de recherche permettant de comprendre les leviers sur lesquels agir pour permettre à notre société d'offrir le meilleur cadre d'intégration, lutter contre les inégalités et favoriser le développement économique.

ORIENTATION 31 / Nouveaux indicateurs de la capacité à innover

Déterminer ce qui fonde la capacité des sociétés à innover nécessite l'élaboration de nouveaux indicateurs de l'activité scientifique et d'innovation, de la capacité de l'éducation à valoriser l'initiative, l'expérimentation et la créativité, et l'identification des modalités les plus efficaces de transmission des connaissances tacites. Pour cela, il convient d'étudier à la fois les comportements individuels face aux risques et les attitudes sociales vis-à-vis du progrès, de la recherche et de la science, mais aussi les représentations du risque et le rôle que joue le système scolaire, et en particulier la stigmatisation de l'échec. Ces travaux devront s'appuyer sur de grandes infrastructures existantes en sciences sociales comme l'European Social Survey (ESS), pour étudier les mécanismes sous-tendant la confiance en l'avenir et la capacité à s'y projeter.

ORIENTATION 32 / Disponibilité des données et extraction de connaissances

Les grandes masses de données et les questions associées constituent un champ nouveau et central qui suppose une forte interdisciplinarité avec les STIC. Les recherches devront porter sur la manière d'extraire des connaissances des flux d'informations non hiérarchisées. L'accent sera mis sur l'enrichissement et la création de bases de données européennes ouvertes permettant de travailler sur des cohortes de grande taille et d'effectuer des comparaisons.

ORIENTATION 33 / Innovations sociales, éducatives et culturelles

L'étude des innovations sociales, éducatives et culturelles constitue un champ nouveau qui permettra de favoriser l'adaptation de l'ensemble de la population aux transformations de la société. En particulier, il sera nécessaire de développer de nouvelles méthodologies présentant une dimension comparative rigoureuse et de nouveaux référentiels, pour évaluer le progrès social en tenant compte des variables subjectives comme le bien-être ressenti. Des infrastructures nationales et transnationales dédiées, du type des enquêtes SHARE (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe) ou ESS, devront être développées. Les recherches porteront sur des thématiques aussi différentes que les dispositifs d'enseignement innovants ou les représentations sociales, leur dynamique et leur diffusion.



Une ambition spatiale pour l'Europe*

L'espace cristallise de nombreux enjeux : de souveraineté et d'autonomie tout d'abord, liés aux questions de défense, de relations internationales, de gestion de crise, mais aussi des enjeux de recherche technologique, de connaissances scientifiques concernant l'univers, le système solaire, la planète Terre, l'origine de la vie, l'environnement, le changement climatique avec les enjeux sociétaux associés. Il s'agit également d'enjeux de développement économique et industriel, en particulier avec les possibilités ouvertes en matière de télécommunications et de géolocalisation. À ce titre, son développement sollicite des compétences dans tous les domaines scientifiques, et repose sur un secteur technologique et industriel de pointe, reconnu internationalement. L'espace joue également le rôle d'un grand laboratoire de R&D pour la science et la recherche technologique dans des conditions extrêmes : les verrous technologiques que la recherche spatiale contribue à lever bénéficient ensuite à de nombreux secteurs, avec un transfert qu'il faut continuer à améliorer.

L'ambition spatiale de la France est de conserver l'excellence de sa filière dans la compétition mondiale, et, fort de sa position de première nation spatiale européenne et de 2e nation au monde après les États-Unis (en effort public par habitant), de poursuivre son rôle moteur dans l'Europe de l'espace. Ces objectifs sous-tendent la stratégie spatiale de la France, développée dans les documents «Une ambition spatiale pour l'Europe : vision française à l'horizon 2030», coordonnée par le Centre d'analyse stratégique, «Stratégie spatiale française» coordonnée par le MENESR. La feuille de route technologique française sur les satellites de télécommunications et les satellites d'observation est discutée au sein du Comité de concertation État-Industrie : le CoSpace, mis en place et animé par la secrétaire d'État à l'enseignement supérieur et à la recherche, avec les ministres en charge de la défense et de l'industrie.

* Pour mémoire, le programme spatial est traité dans le cadre de la stratégie du CNES.

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 34 / Chaîne de services dans l'observation de la terre

Il s'agira de renouveler des infrastructures spatiales essentielles aux services opérationnels d'observation pour l'environnement et de les pérenniser en les intégrant, ou associant, au dispositif européen Copernicus ; de participer aux missions scientifiques de l'ESA (Earth Explorer) et à des coopérations bilatérales complémentaires (États-Unis, Inde, Chine…) ; de valoriser les données et de participer à la modélisation du changement climatique et de ses impacts ainsi qu'à l'évaluation des politiques d'adaptation.

ORIENTATION 35 / Compétitivité des secteurs des télécommunications et de la navigation

Assurer la compétitivité des satellites de télécommunication nécessitera de développer de nouvelles plateformes à propulsion électrique et de préparer des ruptures à moyen terme, notamment dans les technologies photoniques et les liaisons optiques à haut débit bord-sol. Il faudra également poursuivre le déploiement et mettre en service le système Galileo et les applications associées.

ORIENTATION 36 / Composants critiques

La non-dépendance technologique et la sécurité d'approvisionnement en composants électroniques critiques représentent les conditions de base pour un développement durable de l'industrie spatiale européenne. Il s'agira donc de porter un effort de recherche et d'innovation spécifique pour assurer la plus grande indépendance possible de l'Europe et de la France via des filières industrielles pérennes pour les composants critiques.

ORIENTATION 37 / Technologies pour l'observation et l'exploration de l'univers

Les recherches viseront notamment à développer des instruments de mesure et les méthodes permettant l'exploitation des données des recherches spatiales ainsi qu'à participer aux développements technologiques critiques pour le programme européen d'observation de l'univers et d'exploration du système solaire (notamment de Mars).

ORIENTATION 38 / Défense et sécurité du territoire

Il conviendra d'assurer le renouvellement des infrastructures utilisées pour des services opérationnels spécifiques pour la défense (observation optique à très haute résolution et/ou observation quasi-permanente, télécommunications sécurisées) et de développer des capacités nouvelles comme le renseignement d'origine électromagnétique ou l'infrarouge moyen.



Liberté et sécurité de l'Europe, de ses citoyens et de ses résidents

Les recherches relatives à la liberté et à la sécurité des citoyens et résidents européens supposent une approche intégrée de la question du risque et de la menace. Le champ du défi recouvre, sans s'y limiter, l'ensemble des missions régaliennes de sécurité et de protection de l'État. La recherche concernée est aussi bien celle relative aux risques naturels qu'aux risques d'origine anthropique et, au sein de ces derniers, ceux qui sont d'origine intentionnelle et les autres. Ce défi porte notamment sur la cyber-sécurité, la protection des infrastructures vitales et des réseaux, la surveillance des espaces maritimes, terrestres et aériens, la gestion des crises de toute origine (négligence ou malveillance, catastrophes d'origine naturelle ou accidentelle) et la sécurité du citoyen. Ceci recouvre la lutte contre le terrorisme et la criminalité, le secours aux personnes ainsi que la question de la collecte et de l'admissibilité de la preuve.

La recherche et l'innovation doivent réunir, au sein d'une démarche globale, des domaines scientifiques peu habitués à travailler ensemble, comme les sciences de la nature, l'informatique, les sciences pour l'ingénieur et les sciences humaines et sociales (recherches relatives au comportement, droit et libertés publiques, respect de la vie privée), et des collaborations étroites avec la filière française des industries de sécurité.

La France dispose d'atouts pour relever ce défi. Les études relatives à la sécurité enregistrent une vive croissance de la production scientifique du domaine : le nombre de publications a augmenté de 16 % entre 2002 et 2012. Par ailleurs, le tissu industriel correspondant est riche en entreprises capables d'intégrer et d'industrialiser les innovations (50 000 emplois hautement qualifiés et peu délocalisables).

Orientations de recherche associées

ORIENTATION 39 / Prévention et anticipation des risques et des menaces

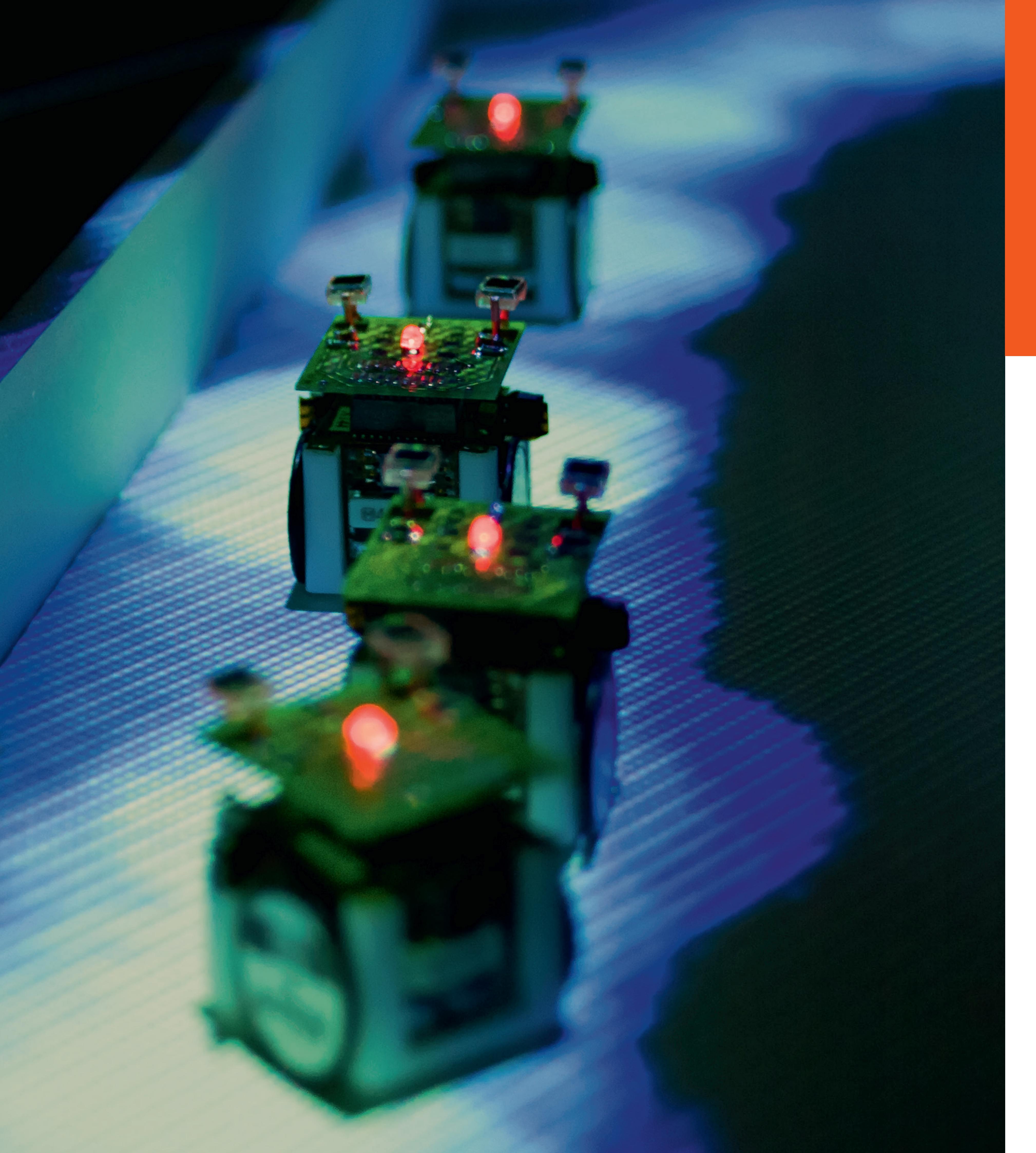
Les questions de sécurité doivent être prises en compte dès le stade de conception des systèmes physiques ou numériques, notamment pour le dimensionnement des infrastructures et réseaux. L'être humain étant au cœur de ces systèmes, il sera indispensable d'étudier les comportements individuels et collectifs face au risque, mais aussi de déterminer les principes sur lesquels établir des règles et des normes de prévention à la fois efficaces et respectueuses des droits et libertés publiques.

ORIENTATION 40 / Approche intégrée de la gestion de crise

La gestion de crise demandera d'intégrer toutes les informations sur l'événement critique, son évolution probable, les capacités de réaction des acteurs… Pour que cette gestion soit efficace, il faudra développer la modélisation et la simulation des phénomènes critiques (événement naturel ou d'origine humaine), la capacité d'acquérir et de traiter en temps réel des données hybrides et multi-sources afin d'en extraire les informations pertinentes, et élaborer des outils d'aide à la décision fondés sur une évaluation du danger, et une interaction homme/machine appropriée.

ORIENTATION 41 / Résilience des systèmes de sécurité

Il conviendra de développer les fondements scientifiques et des méthodologies d'analyse de la résilience des systèmes complexes interconnectés que sont les systèmes de sécurité, et d'intégrer des processus de résilience dès le stade de leur conception. Cette recherche s'appuiera en particulier sur la théorie des réseaux, l'analyse des processus décentralisés, et les mécanismes de la coordination ; elle s'attachera également à développer les approches et outils d'aide à la conception de dispositifs résilients (tolérance aux défauts, aux sabotages, aux dégradations) ainsi que des méthodologies pour l'analyse ex post encore trop peu utilisée.



5 PROGRAMMES D'ACTIONS

De l'ensemble des orientations de recherche issues de la concertation se dégagent plusieurs enjeux à fort impact potentiel[1], qui peuvent nécessiter des actions coordonnées allant au-delà de la programmation de l'ANR et des objectifs établis avec les organismes de recherche.

Cinq enjeux ont été considérés comme devant être traités avec une urgence particulière, compte tenu de la diversité de leurs impacts économiques et sociaux, des dynamiques internationales en cours, et de la maturité des actions envisagées :

- **l'explosion du volume de données numériques** dans l'ensemble de la société et des domaines de la science, qui représentent un gisement exceptionnel de connaissances nouvelles et de croissance économique ;
- **le rôle premier de la science et de l'innovation dans l'analyse et la gestion du risque climatique**, alors que la France va accueillir cette année la 21e Conférence des parties et s'est donné l'objectif d'un accord international ambitieux ;
- **la révolution de notre compréhension du vivant sous l'effet du développement de la biologie des systèmes**, avec de nombreuses applications associées dans la santé, l'environnement, l'alimentation, la chimie ;
- **la nécessité de développer une offre de soins toujours plus innovante et efficace**, grâce au développement d'approches thérapeutiques innovantes, de nouveaux protocoles de soins, et de modalités plus personnalisées de prise en charge des patients, avec la médecine de précision ;
- **l'importance de la connaissance des cultures et de l'homme**, pour assurer le dialogue, analyser les ressorts de l'intégration et, à l'inverse, de la radicalisation, dans nos sociétés plus globalisées et interconnectées que jamais.

[1] Les enjeux identifiés par les travaux préparatoires sont les suivants :
- **données massives :** données massives et ingénierie de la connaissance/résilience des systèmes complexes/information et décision/sécurité et cyber-sécurité des infrastructures ;
- **environnement, énergie et développement durable :** système Terre : connaissance, surveillance, prévision/bioéconomie au service des transitions énergétique et écologique/matériaux stratégiques dans une économie durable/transition énergétique pour les territoires ;
- **vie et santé :** biologie des systèmes/recherche translationnelle : du laboratoire au patient ;
- **homme et société :** espaces urbains rénovés et durables/transports durables/interactions homme-machine/sciences humaines et sociales globales et connectées.

BIG DATA

Un gisement exceptionnel de connaissances et de croissance

Le volume de données numériques produites par notre société (entreprises, institutions publiques, système de santé, expériences scientifiques, réseaux sociaux, dispositifs connectés…), double tous les deux ans. Cet univers numérique devrait représenter 40 000 exabytes de données en 2020, soit 1 milliard de fois le volume de données collectées par le télescope Hubble en 20 ans d'observations de l'univers. L'information présente dans cet univers numérique constitue un capital immatériel d'une grande valeur pour la connaissance et un formidable gisement de développement économique : le plan big data de la Nouvelle France Industrielle vise un marché de 9 milliards d'euros et un potentiel de création ou maintien d'environ 140 000 emplois, dont 80 000 emplois nouveaux.

La France maîtrise les technologies matérielles et logicielles sur toute la chaîne de valeur, de leur collecte à leur exploitation en passant par l'indexation, le stockage, la visualisation, l'extraction de connaissances. Les technologies du big data représentent aujourd'hui un enjeu pour un grand nombre de secteurs économiques et pour la plupart des disciplines scientifiques (santé-biologie, environnement-climatologie, physique des particules, SHS…). L'objectif du programme est de contribuer à la pleine réalisation du potentiel de notre pays dans le domaine des données massives, en s'attachant à l'acceptation et l'appropriation de ces applications, et à la sécurité de données devenues un enjeu économique et social de plus en plus important.

Ce programme doit mobiliser des équipes pluridisciplinaires associant des chercheurs en sciences et technologies numériques (ingénierie de la connaissance, technologies matérielles et logicielles, réseaux et télécommunications, cyber-sécurité), des mathématiciens, des chercheurs en SHS, des experts des domaines applicatifs potentiels (transport, santé, environnement, marketing, services internet…).

ACTIONS RETENUES

- **Soutenir la recherche sur des solutions génériques d'analyse de grandes masses de données non structurées,** adaptées aux usages d'un large spectre de disciplines scientifiques, d'entreprises, d'institutions publiques
- **Constituer des communautés interdisciplinaires sur l'utilisation des données massives pour répondre à des enjeux ciblés,** scientifiques, économiques, environnementaux, sociétaux
- **Développer les infrastructures pour le stockage et le traitement de grandes masses de données dans les différentes disciplines scientifiques,** en veillant à la cohérence des démarches et aux mutualisations possibles
- **Développer la formation de spécialistes de la gestion et usages des données (« data scientists »), et de l'extraction des connaissances (« knowledge scientists »),** en formation initiale et en formation continue

SYSTÈME TERRE : OBSERVATION, PRÉVISION, ADAPTATION

Organiser l'acquisition et l'exploitation des données d'observation de la Terre pour anticiper les conséquences du changement climatique

À la veille de la 21e conférence Paris Climat 2015, la compréhension et l'observation du système Terre, ainsi que les prévisions sur son évolution, apparaissent clairement comme un enjeu sociétal et économique majeur. Dans un contexte marqué par le dérèglement climatique, la raréfaction et la dégradation de certaines ressources naturelles, il s'agit d'un préalable indispensable au développement durable de notre société. Il s'agit également d'évaluer les impacts du changement climatique pour construire des stratégies d'adaptation des sociétés et des économies à ces changements locaux et globaux. Il s'agit notamment d'imaginer et d'évaluer de nouveaux systèmes de production et de transformation durables, fondés sur une gestion sobre des ressources naturelles et énergétiques.

Le système Terre désigne l'ensemble des composantes de notre planète (atmosphère, océans et eaux continentales, sols et sous-sols, écosystèmes et biodiversité…) qui échangent en permanence des flux de matière et d'énergie, dont il faut comprendre le fonctionnement global et prévoir l'évolution, en tenant compte de l'action des sociétés humaines. L'objectif est de développer la science et les technologies nécessaires à la collecte d'informations (capteurs, navires, avions, drones, satellites), à la modélisation du système Terre, et la prévision de son évolution. Les satellites permettent déjà un suivi global et homogène sur de longues périodes, il s'agit désormais de couvrir des échelles allant du court au long terme et du local au global, en combinant des moyens d'observation in situ sur terre, sur mer, dans les airs et dans l'espace.

Ce programme doit mobiliser les sciences de la vie et de la terre, la physique, la chimie, les mathématiques et l'informatique, mais aussi les sciences humaines et sociales au travers de l'implication de l'homme par ses actions sociales, politiques ou économiques.

ACTIONS RETENUES

- **Créer et développer des technologies de rupture pour les infrastructures d'observation et les traitements de données associés,** notamment dans le domaine de l'imagerie satellitaire et des technologies embarquées pour les réseaux de capteurs
- **Favoriser le développement des services climatiques et environnementaux,** pour les prévisions météorologiques et l'évaluation des risques, le suivi des productions agricoles, la prévision de la demande énergétique…
- **Expérimenter, au sein de « living labs » en grandeur quasi-réelle, la combinaison d'innovations pour un système de production alimentaire durable et une utilisation optimale de la biomasse** pour l'agriculture, la chimie verte, les matériaux bio-sourcés et les applications énergétiques

BIOLOGIE DES SYSTÈMES ET APPLICATIONS

Soutenir l'émergence de concepts nouveaux pour la compréhension du vivant et développer les applications médicales et industrielles

Dans les 10 ans à venir, l'étude des fonctions, historiquement centrale en biologie, évoluera vers l'étude des systèmes. Cette émergence de la biologie des systèmes repose sur l'utilisation de nouvelles théories et de nouveaux formalismes mathématiques, ainsi que sur des modélisations nécessitant de coordonner approches expérimentales et moyens informatiques. La formalisation du vivant et la biologie des systèmes apporteront des concepts opérationnels nouveaux pour la médecine, ainsi que pour la biologie de synthèse et donc pour les industries bio-sourcées. C'est un domaine émergent dont les retombées économiques sont estimées à plusieurs milliards d'euros.

Le but poursuivi par ce programme est double : soutenir le progrès des connaissances en biologie des systèmes et biologie de synthèse, et développer leurs applications médicales (biotechnologies rouges, nouvelles approches thérapeutiques, toxicologie prédictive, médecine personnalisée…) et industrielles (biotechnologies blanches et vertes, valorisation de la biomasse, développement de matériaux et produits bio-sourcés). L'enjeu dans le domaine médical est notamment de préparer l'évolution des pratiques vers une médecine de précision, dite personnalisée, qui repose sur l'analyse des données cliniques, biologiques et d'imagerie. L'enjeu du développement de la bioéconomie est pour sa part de répondre à la raréfaction de certaines ressources naturelles non renouvelables, et à l'objectif d'un modèle de production plus durable et respectueux de l'environnement. Un tel modèle de production a un impact sur de nombreuses filières, de l'agriculture à la chimie en passant par la pharmacie.

Il s'agit de mobiliser un nombre croissant d'équipes de recherche sur des projets concernant la biologie des systèmes, la biologie de synthèse et leurs applications, en soutenant les interactions entre biologistes, médecins, chercheurs en sciences et technologies numériques, chercheurs en sciences humaines et sociales.

ACTIONS RETENUES

- **Structurer la communauté scientifique sur la biologie des systèmes et faciliter la formation des chercheurs du domaine** (collège doctoral, formation continue…)
- **Soutenir la création de centres multidisciplinaires en biologie des systèmes et biologie de synthèse,** alliant la modélisation physique et mathématique à la biologie expérimentale, en assurant un couplage solide entre l'amont et l'aval dans les secteurs du médical, de l'environnement, de l'alimentation et de la chimie
- **Faciliter l'acquisition des données de type « omiques » en vue de la modélisation du vivant,** avec la création d'une plateforme de séquençage de grande capacité à visée médicale

DU LABORATOIRE AU PATIENT

Associer recherche en laboratoire, recherche clinique et innovation privée pour le bénéfice des patients

La santé représente un enjeu sociétal, social et économique majeur : la garantie de l'accès aux soins pour tous, la protection sociale, le coût des traitements, le coût de l'innovation dans un contexte où les entreprises doivent anticiper des mutations profondes sont autant de questions que nous devons résoudre. La compréhension et le traitement des maladies multifactorielles, chroniques, infectieuses, des pathologies émergentes, des maladies rares, des handicaps liés à l'allongement de la vie, mais aussi la prévention et le dépistage posent des questions aiguës de recherche fondamentale et de recherche clinique.

La recherche translationnelle en santé fait appel à des questions scientifiques relevant de manière indissociable de la recherche fondamentale, de la recherche clinique et de leur mise en œuvre dans l'offre de soins afin d'accélérer l'innovation médicale. La médecine translationnelle, « du laboratoire au patient », propose ainsi un modèle d'avenir, qui vise la mise en place d'approches thérapeutiques innovantes, de nouveaux protocoles de soins, et de nouvelles modalités, plus personnalisées, de prise en charge des patients. Elle requiert les efforts conjugués de l'ensemble des acteurs : chercheurs, médecins, industriels, mais aussi institutionnels et décideurs, et une forte structuration des équipes engagées.

Sa mise en œuvre demande principalement de décloisonner les activités en s'appuyant sur des structures favorisant le regroupement, sur un même site, de la recherche expérimentale et la recherche clinique. La mise en place de projets de recherche translationnelle compétitifs, associant les activités de recherche et de soins permettra de structurer la communauté d'acteurs, de favoriser le maintien en France des activités de R& D des industries de santé et de développer l'attractivité de la recherche clinique.

ACTION RETENUE

- **Stimuler l'innovation en santé par le soutien à des projets à fort potentiel de transfert rapide vers la société et/ou l'industrie**, qui s'appuieront sur les structures thématiques (instituts hospitalo-universitaires et pôles hospitaliers universitaires) et les réseaux thématiques (appel à projets « Recherche hospitalo-universitaire » du programme des investissements d'avenir)

HOMME ET CULTURES

Appréhender les phénomènes humains dans leurs réalités individuelles et sociales

La connaissance de la diversité des cultures, dans leur profondeur historique, leurs langues, leurs religions, leurs structures sociales et institutionnelles, est un enjeu majeur, à la fois pour la capacité diplomatique de notre pays, et pour la compréhension des dynamiques qui traversent notre société dans un monde plus globalisé, plus urbanisé et plus interconnecté que jamais. Les évènements de janvier 2015 nous montrent par ailleurs la nécessité d'approfondir l'analyse des facteurs structurels d'intégration ou de ségrégation des groupes sociaux, avec une attention spécifique aux processus de marginalisation et aux situations de risque impliquant les banlieues, l'école ou encore la jeunesse et sa relation à la citoyenneté. L'analyse de ces processus et situations de risque, qui relèvent pour partie de trajectoires personnelles ou de groupes restreints, renvoie également à l'enjeu de la compréhension des mécanismes élémentaires individuels ou collectifs de décision dans différents types de contextes et d'environnements.

L'objectif est d'affirmer une recherche d'excellence dans la compréhension de l'homme, de sa dimension comportementale individuelle à sa dimension sociale et culturelle, au service des politiques publiques visant à renforcer l'intégration, la cohésion sociale et la stabilité démocratique, et à assurer la sûreté des personnes et des biens.

Il s'agit de rassembler de très nombreuses disciplines des sciences humaines et sociales (histoire, géopolitique, linguistique, économie…), des sciences cognitives (psychologie, neurosciences…), du numérique (modélisation, dispositifs de test, base de données…), pour développer une compréhension d'ensemble des comportements humains et des processus sous-jacents.

ACTIONS RETENUES

- **Soutenir les plateformes multidisciplinaires d'accueil de projets** sur l'étude des cultures, sur la modélisation du comportement humain, sur l'analyse de la transition entre information et décision, associant sciences humaines, sciences de la vie et sciences numériques
- **Développer les grandes infrastructures de données** permettant les grandes enquêtes en sciences humaines et sociales à une échelle nationale et européenne
- **Mener des recherches sur le facteur humain dans la gestion des risques**, afin d'améliorer la prise de décision en situation complexe
- **Assurer un transfert efficace des SHS vers le monde socio-économique**, en particulier vers les pouvoirs publics, les start-up, le monde industriel, et le grand public

Composition du conseil stratégique de la recherche



Pascal COLOMBANI

Vice-président du CSR
Membre de l'Académie des Technologies
Président du conseil d'administration de Valeo
Administrateur d'Alstom et Technip
Senior advisor ATKearney



Françoise BARRE-SINOUSSI

Prix Nobel de Médecine 2008
Membre de l'Académie des sciences
Professeure à l'Institut Pasteur et au Centre François Jacob



Laurent BEAUVAIS

Président de la région Basse-Normandie et président de la commission enseignement supérieur de l'ARF (Association des régions de France)



Michel BERSON

Sénateur de l'Essonne
Membre de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)



Marie DARRIEUSSECQ

Prix Médicis 2013 pour son roman *Il faut beaucoup aimer les hommes*
Écrivaine et psychanalyste



Philippe DESCOLA

Professeur au Collège de France et directeur d'études à l'EHESS, directeur du Laboratoire d'Anthropologie sociale, membre étranger de la British Academy et de l'American Academy of Arts and Sciences
Médaille d'or du CNRS 2012



Marion GUILLOU

Présidente d'Agreenium
Membre de l'Académie des technologies
Membre du C.A. des centres internationaux de recherche agricole (CGIAR) et du comité d'expert à haut niveau sur la sécurité alimentaire de la FAO



Serge HAROCHE

Administrateur du Collège de France
Titulaire de la chaire de Physique Quantique
Médaille d'or du CNRS 2009
Prix Nobel de Physique 2012



Édith HEARD

Directeur d'Unité à l'institut Curie
Professeur au Collège de France et Fellow of the Royal Society (FRS)



Marie-Noëlle JEGO-LAVEISSIERE

Directrice exécutive innovation, Marketing et technologies chez orange



Jean JOUZEL

Médaille d'Or du CNRS et Prix Vetlesen 2012
Directeur de Recherches au CEA, membre du Conseil Economique, Social et Environnemental (CESE)
Docteur à l'Institut Pierre Simon Laplace, département de virologie



Oussama KHATIB

Professeur à l'université de Stanford, department of computer science
Président de la Fondation internationale de robotique de recherche



Helle KRISTOFFERSEN

Directeur Stratégie et intelligence économique de Total, membre du Comité Directeur et secrétaire du Comité Exécutif

Membre du Conseil d'Administration d'Orange



Anne-Marie LAGRANGE

Prix Irène Joliot-Curie 2011 dans la catégorie Femme scientifique de l'année

Astrophysicienne à l'Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble

Membre de l'Académie des sciences, membre du Comité Scientifique et Technique de l'Observatoire Européen Austral



Marwan LAHOUD

Directeur Général Délégué à la Stratégie et à l'International d'AIRBUS Group et Président d'AIRBUS Group SAS

Ingénieur aéronautique de formation

Président du GIFAS (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales)



Anne LAUVERGEON

Présidente de la Commission Innovation 2030

PDG d'ALP SA



Jean-Yves LE DEAUT

Député de Meurthe-et-Moselle

Premier Vice-Président de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)



Colette LEWINER

Conseillère du Président de Capgemini sur les questions énergétiques

Membre de l'Académie des Technologies

Docteure es sciences physiques



Valérie MASSON - DELMOTTE

Prix Irène Joliot-Curie 2013 dans la catégorie Femme scientifique de l'année

Directrice de recherches au CEA au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

Docteure



Sandrine MURCIA

Directrice générale de Spring Lab



Éva PEBAY-PEYROULA

Professeur à l'Université Joseph Fourier de Grenoble

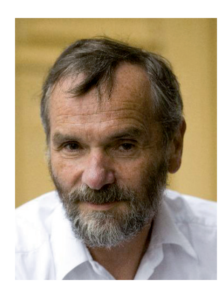
Docteur es sciences (physique moléculaire)



Sylvia SERFATY

Lauréate du prix Henri Poincaré et du Grand Prix Mergier-Bourdeix de l'Académie des Sciences

Professeur à l'université Pierre-et-Marie Curie Paris VI, laboratoire Jacques-Louis Lions



Alain SUPIOT

Professeur au Collège de France

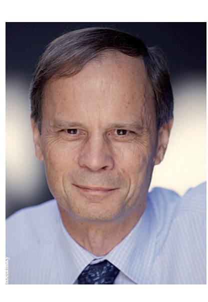
Juriste



Jean THERME

Directeur de la recherche technologique au CEA

Membre de l'Académie des technologies



Jean TIROLE

Prix Nobel d'Économie 2014

Médaille d'or du CNRS 2007

Président de l'École d'économie de Toulouse



Cédric VILLANI

Médaille Fields 2010

Mathématicien

Directeur de l'institut Henri Poincaré

Glossaire des sigles

A

ACV	Analyse du cycle de vie
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AIE	Agence internationale de l'énergie
ALLENVI	Alliance pour l'environnement
ALLISTENE	Alliance pour les sciences et technologies de l'information
ANAEE	Infrastructure d'analyse et d'expérimentation sur les écosystèmes
ANCRE	Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie
ANR	Agence nationale de la recherche
ANRT	Association nationale de la recherche et de la technologie
AT	Académie des technologies
ATHENA	Alliance nationale des humanités, sciences humaines et sciences sociales
AVIESAN	Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé
ANRT	Agence nationale pour la recherche et la technologie

B

BBMRI	Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure
BDD	Behavior Driven Development
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung (ministère allemand de la formation et de la recherche)
BTP	Bâtiment et travaux publics

C

CA	Chiffre d'affaires
CAMS	Centre d'analyse et de mathématique sociales
CDT	Cellule de diffusion technologique
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CICS	Conseil des industries de la confiance et de la sécurité
CIRAD	Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement
CIUS	Conseil international des unions scientifiques
CLS	Collecte localisation satellites
CNES	Centre national d'études spatiales
CNML	Conseil national de la mer et des littoraux
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COFASP	Cooperation in Fisheries, Aquaculture and Seafood Processing
COFIS	Comité de la filière industrielle de sécurité
COMER	Comité spécialisé pour la recherche et l'innovation
COMOP	Comité opérationnel du CSR
COP 21	Conférence Paris Climat 2015
CNES	Centre national d'études spatiales
COMES	Commissariat à l'énergie solaire
CPER	Contrat de projets État-région
CPMR	Conférence des régions périphériques maritimes d'Europe
CRT	Centre de recherche technologique
CSG	Centre spatial guyanais
CSR	Conseil stratégique de la recherche
CSTI	Stratégie pour le développement de la culture scientifique, technique et industrielle
CVT	Consortiums de valorisation thématique

D

DGRI	Direction générale de la recherche et de l'innovation
DHU	Département hospitalo-universitaire
DNTE	Débat national sur la transition énergétique

E

EATRIS	European Infrastructure for Translational medicine
EBI	European Bioinformatic Institute (Institut Européen de Bioinformatique)
ECRIN	European Clinical Research Infrastructure Network
EERA	European Energy Research Alliance
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service (Service Européen de Navigation par Recouvrement Géostationnaire)
EIP-SCC	European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities
EMBRC	European Marine Biological Resource Center
EQUPEX	Équipements d'excellence
ERA-MIN	ERA-NET network on the Industrial Handling of Raw Materials for European Industries
ESA	European Space Agency (Agence spatiale européenne)
ESFRI	European Strategy Forum for Research Infrastructure
EMBL	European Molecular Biology Laboratory (Laboratoire européen de biologie moléculaire)
ETI	Entreprise de taille intermédiaire

F

FACCE-JPI	Joint Research Programming Initiative on Agriculture, Food Security and Climate Change
FAO	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
FEDER	Fonds européen de développement régional
FEEBAT	Formation énergie environnement du bâtiment
FEM	France énergies marines
FHU	Fédérations hospitalo-universitaires
FUI	Fonds unique interministériel

G

GBIF	Global Biodiversity Information Facility, Système mondial d'information sur la biodiversité
GCOS	General Comprehensive Operating System
GEO	Group on Earth Observation
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GMES	Global Monitoring for Environment and Security (programme européen de surveillance de la Terre)
GRC	German Research Center

H

HPC	High Performance Computer
HR/THR	Haute résolution/Très haute résolution
H2020	Horizon 2020 (programme européen pour la recherche et le développement pour la période 2014-2020)

I

ICOS	Integrated Carbon Observing System
ICSU	Conseil international des unions scientifiques (CIUS), International Council of Scientific Unions
IDEEL	Institut d'excellence en énergie décarbonée
IFMAS	Institut français des matériaux agro-sourcés
IFRIS	Institut francilien recherche, innovation, société

IFPEN	Institut français du pétrole énergies nouvelles
IFSTTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
IHU	Institut hospitalo-universitaire
INES	Institut national de l'énergie solaire
INRA	Institut national de la recherche agronomique
INRIA	Institut national de recherche en informatique et en automatique
IPBES	Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
IRSTV	Institut de recherche en sciences et techniques de la ville
ISBE	Infrastructure for Systems Biology - Europe
ISBE	International Society for Behavioral Ecology
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
IPVF	Institut photovoltaïque d'Île-de-France
IRT	Institut de recherche technologique
ITAR	International Trade Arms Regulation
ITARF	Ingénieurs et personnels techniques et administratifs de recherche et de formation
ITE	Instituts pour la transition énergétique
ITWS	International Tsunami Warning System
IXXI	Institut rhône-alpin des systèmes complexes

J

JPI	Joint Programming Initiative
JRC	Joint Research Center
JTI	Joint Technological Initiative

K

KET	Key Enabling Technologies
KIC	Knowledge and Innovation Communities

L

LABEX	Laboratoire d'excellence
LISC	Laboratoire d'ingénierie pour les systèmes complexes
LTER	Long Term Environmental Research Infrastructure

M

MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
MENESR	Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
METL	Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement
MITEI	Massachusetts Institute of Technology Energy Initiative
MOOC	Massive open online course
MTEP	Million de tonnes équivalent pétrole
MSH	Maisons des sciences de l'homme

N

NCATS	National Center for Advanced Translational Sciences
NEON	National Ecological Observatory Network
NIH	National Institutes of Health
NIHR	National Institute for Health Research
NiMH	Nickel-metal hydride (nickel-hydrure métallique)
NoSOL	Not only Structured Query Language (pas uniquement langage de requête structurée)

O

OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OGM	Organisme génétiquement modifié
ONERC	Observatoire national sur les effets du changement climatique
ONRN	Observatoire national des risques naturels
OPECST	Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques
OST	Observatoire des sciences et des techniques

P

PCRD	Programme-cadre de recherche et de développement
PEI	Programme exceptionnel d'investissements
PFT	Plateforme technologique
PHUC	Pôle de recherche hospitalo-universitaire en cancérologie
PIA	Programme des investissements d'avenir
PIVERT	Picardie innovations végétales, enseignements et recherches technologiques
PLF	Projet de loi de finance
PME	Petites et moyennes entreprises
PREDIT	Programme interministériel de recherche et d'innovation dans les transports terrestres
PREH	Plan de rénovation énergétique de l'habitat
PS2E	Paris Saclay efficacité énergétique
PSPC	Projets structurants des pôles de compétitivité
PUCA	Plan, urbanisme, construction et architecture

R

RBR	Réglementation bâtiment responsable
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk Gesselschaft

S

SATT	Sociétés d'accélération du transfert de technologies
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Système de contrôle et d'acquisition de données)
SDV	Sciences de la vie
SHARE	Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe
SHS	Sciences humaines et sociales
SNR	Stratégie nationale de recherche
SNRE	Stratégie nationale de la recherche énergétique
SOERE	Systèmes d'observation et d'expérimentation pour la recherche
SPIRE	Industrie de transformation durable par l'efficacité des ressources et de l'énergie
SSRI	Service de la stratégie de la recherche et de l'innovation
STIC	Sciences et technologies de l'information et de la communication
STRANES	Stratégie pour l'enseignement supérieur
SWOT	Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunities (chances), Threats (menaces)

T

TLE	Transient Luminous Events (Phénomènes lumineux transitoires)
TOSCA	Terre, Océans, Surfaces continentales, Atmosphère
TRL	Technology Readiness Level (Niveau de Maturité Technologique)
TRP	Translational Research Partnerships
TWB	Toulouse White Biotechnology

U

UCLA	University of California, Los Angeles
UMIFRE	Unités mixtes des instituts français de recherche à l'étranger

W

WMO	World Meteorological Organization